

Attorney Docket No. 392.1815

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Naotake TAKEYAMA

Application No.: To be Assigned

Group Art Unit: To be Assigned

Filed: September 16, 2003

Examiner:

For: WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-287096

Filed: September 30, 2002

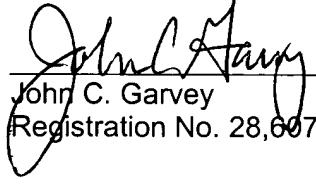
It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: 9-16-03

By:


John C. Garvey
Registration No. 28,607

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月30日
Date of Application:

出願番号 特願2002-287096
Application Number:

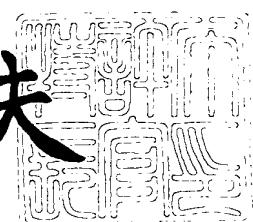
[ST. 10/C] : [JP2002-287096]

出願人 ファナック株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3063529

【書類名】 特許願
【整理番号】 21501P
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B23H 7/10
【発明者】
【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580番地 ファ
ナック株式会社 内
【氏名】 武山 直丈
【特許出願人】
【識別番号】 390008235
【氏名又は名称】 ファナック株式会社
【代理人】
【識別番号】 100082304
【弁理士】
【氏名又は名称】 竹本 松司
【電話番号】 03-3502-2578
【選任した代理人】
【識別番号】 100088351
【弁理士】
【氏名又は名称】 杉山 秀雄
【選任した代理人】
【識別番号】 100093425
【弁理士】
【氏名又は名称】 湯田 浩一
【選任した代理人】
【識別番号】 100102495
【弁理士】
【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ワイヤ放電加工機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、前回の自動結線でワイヤ結線が成功したときには次の結線ではワイヤ送り速度を増加させて自動結線させることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 2】 前回のワイヤ自動結線が成功である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させる量を決定する請求項 1 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 3】 前記増加させる量は、次回の結線位置が前回の結線位置と同一位置か異なる位置かで異なることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 4】 前回の判断結果がワイヤ結線失敗である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を低減させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 5】 前回のワイヤ自動結線が失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定する請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 6】 ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、挿通孔位置情報に対応させて該挿通孔でのワイヤ結線時のワイヤ送り速度情報と、ワイヤ結線の判断結果情報を記憶する記憶手段を備え、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させることを特徴とするワイヤ放電加工機。

【請求項 7】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、前記記憶手段に記憶された過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時におけるワイヤ送り速度を決定する請求

項 6 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 8】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を減少させる請求項 6 又は請求項 7 記載のワイヤ放電加工機。

【請求項 9】 前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、前記記憶手段に記憶された過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定する請求項 6 又は請求項 7 記載のワイヤ放電加工機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワイヤ放電加工機に関し、特にワイヤ自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動結線装置を備え、該ワイヤ自動結線装置でワーク（被加工物）の加工開始穴である挿通孔にワイヤ電極を自動的に挿通しワイヤ電極を自動結線するようにしたワイヤ放電加工機においては、この自動結線装置によるワイヤ結線作業の成功率や作業時間がワイヤ放電加工作業の効率に大きく影響を与える。そのため、加工するワークの厚さやワイヤ電極の径、材質等の条件を設定し、ワイヤ結線におけるワイヤ送り速度をその条件に適した速さにすることによって、ワイヤ自動結線作業の時間の短縮化を図り、又途中で結線が失敗した場合には、ワイヤ送り速度を遅くしてワイヤ結線を確実にする方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

又、ワイヤ自動結線する際に、加工するワークに上ワイヤガイド装置のノズルを密着させて結線する密着モードか、離れて結線するモードかを設定し、密着モードであれば、ワイヤ結線時間短縮を優先したワイヤ送り速度を選択して結線し、離れて結線するモードであれば、ワイヤ結線の成功率を優先したワイヤ送り速

度が選択されて結線し、ワイヤ自動結線作業の効率化を図ったものも知られている（例えば、特許文献2参照）。

さらに、ワイヤ結線が失敗した場合、再度行うワイヤ結線ではワイヤ送り速度を遅く切り替えて結線成功率を向上させるようにしたものも知られている（例えば、特許文献3参照）。

【0004】

【特許文献1】

特開2002-126951号公報

【特許文献2】

特開2002-137124号公報

【特許文献3】

特開2002-28825号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来の技術では、上述したように、設定条件によって、ワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決めたり、結線失敗時にワイヤ送り速度を低減して再度ワイヤ結線を行うことによって、ワイヤ結線作業の時間短縮を図ると共にワイヤ結線の成功率を高めることにより、自動結線装置によるワイヤ結線作業の効率を向上させるものである。

【0006】

一方、ワイヤ放電加工においては、1つのワークに対し複数の加工形状を加工する場合があり、各加工形状毎に設けられている加工開始孔であるワイヤ挿通孔にワイヤを挿通して加工を行わねばならない。又、粗加工、仕上げ加工と同一の加工形状に対して複数回の放電加工を行う場合、同一の加工形状に対して粗加工を行った後、直ちに仕上げ加工を行うことは少なく、ワークに対して全ての加工形状の粗加工を行った後、1回以上の仕上げ加工をそれぞれ各加工形状に対して順次行うのが通常である。この場合、各加工形状に対して、粗加工、仕上げ加工を行う度に、挿通孔にワイヤ電極を挿通させるワイヤ結線作業を行わねばならない。

【0007】

このような場合、ワイヤ結線作業は全体のワイヤ放電加工作業で占める割合が増加するため、この作業効率を向上させることが望ましい。

そこで、本発明の目的は、同一のワークに対して複数の加工形状を加工する際のワイヤ結線作業を効率よく行うことができるようになることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に係わる発明は、ワイヤ挿通孔にワイヤ電極を自動的に結線処理を行いワイヤ自動結線が成功したか否かを判断する自動結線装置を備えたワイヤ放電加工機において、前回の自動結線でワイヤ結線が成功したときには次の結線ではワイヤ送り速度を増加させて自動結線させるようにしたものである。請求項2に係わる発明は、さらに過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させる量を決定する。又、請求項3に係わる発明は、増加させる量を次回の結線位置が前回の結線位置と同一位置か異なる位置かで異ならせる。さらに、請求項4に係わる発明は、前回の判断結果がワイヤ結線失敗である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を低減させる。又、請求項5に係わる発明は、前回のワイヤ自動結線が失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定するようにした。

【0009】

請求項6に係わる発明は、同一挿通孔に複数回ワイヤ電極の結線が行われるような場合に適合するもので、挿通孔位置情報に対応させて該挿通孔でのワイヤ結線時のワイヤ送り速度情報と、ワイヤ結線の判断結果情報を記憶する記憶手段を備え、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を増加させるようにした。又、請求項7に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の成功である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の同一挿通孔での成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度の増加させる量を決定するようにした。さらに、請求項8に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗であ

る場合、次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を減少させるようにした。又、請求項9に係わる発明は、前回の同一挿通孔の判断結果がワイヤ結線の失敗である場合、過去複数回におけるワイヤ自動結線の同一挿通孔での成功か否かの判断結果に基づいて次回のワイヤ結線時のワイヤ送り速度を決定するようにした。

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施形態の要部ブロック図で、ワイヤ放電加工機の制御装置を中心に記載している。符号10は、ワイヤ放電加工機を制御する数値制御装置等で構成される制御装置である。該制御装置10には、プロセッサ11と該プロセッサ11にバス18で結合されている、ROM, RAM等からなるメモリ12、表示器13、キーボード等の入力手段14、加工プログラム等を外部記憶媒体から入力又は出力するインターフェース15、各軸制御回路16、入出力回路17等で構成されている。

【0011】

軸制御回路16は、ワークが載置されるテーブルを直交するX, Y軸方向に駆動するX軸、Y軸、上ガイドを該X軸、Y軸に直交する方向に移動させるZ軸、テーパ加工のための直交するU軸、V軸をそれぞれ駆動する各モータを制御するもので、各軸の位置、速度、電流のフィードバック制御手段等を備える。この各軸制御手段16には、各軸のサーボアンプ21を介して各軸サーボモータ25が接続されている。なお各サーボモータには位置・速度検出器が取り付けられ、位置、速度をそれぞれの軸制御回路にフィードバックするように構成されているが、この図1では省略している。

【0012】

又、入出力回路17には、ワイヤ放電加工機のワイヤとワーク間に電圧を印加して放電を生じせしめるための電源回路22、ワークの加工開始孔である挿通孔にワイヤ電極を挿通させるための自動結線装置23、ワイヤ電極を供給するワイヤ電極供給装置24、さらには、その他の周辺機器に接続されている。

【0013】

上述したワイヤ放電加工機の構成は、従来から公知のワイヤ放電加工機の構成

と変わりはない。本発明は、従来の放電加工機が有するハードウェアを利用して、新たな機能を付加したものである。

【0014】

図2は、このようなワイヤ放電加工機を用いてワークWに複数の加工形状を加工する例の説明図である。この図2で示す例では、ワークWに対して、ワークの上面(XY平面)の上からみたときの形状が、矩形の形状1、三角形の形状2、台形の形状3、円形の形状4を加工する例であり、実線で示す線が、放電加工により加工される切断位置を示し、破線は上、下ガイド位置(ワイヤ電極位置)をワークWに対して早送りで相対移動させる線を意味している。又、符号H1, H2, H3, H4は各加工形状に対して設けられた加工開始時にワイヤ電極を挿通する挿通孔であり、(x1, y1), (x2, y2), (x3, y3), (x4, y4)はそれぞれ各挿通孔のX, Y座標位置を表す。

【0015】

図3は、図2に示す各加工形状の加工順序の説明図で、加工形状1から加工形状4を順に粗加工を行い、次に仕上げ加工を順に行うよう加工プログラムが作成されているものとする。この場合、まず、ワイヤ電極を挿通させるために自動結線装置23により加工形状1の加工開始孔である挿通孔H1の位置(x1, y1)に早送りでワークWを移動させて位置決めし、該位置(x1, y1)を上、下ガイドと対向させ、ワイヤ電極を自動結線する。結線完了後、加工形状1の粗加工のワイヤ放電加工を行い、この形状の粗加工が終了すると、ワイヤ切断作業を行い、次の加工形状2の挿通孔H2の位置(x2, y2)に早送りでワークWを移動させ、該位置が上、下ガイドと対向するよう位置決めする。そしてこの加工形状2の挿通孔H2に自動結線し加工形状2の粗加工を行う。以下、同様に、各加工形状の挿通孔H3, H4の位置に位置決めして自動結線を行い、粗加工する作業を自動的に行う。全ての加工形状の粗加工が終了すると、再び加工形状1から仕上げ加工を順に行うため、各加工形状の挿通孔H1, H2, H3, H4の位置に順に位置決めしワイヤ電極を自動結線し、仕上げ加工を行い、ワイヤを切断し、次の加工形状の挿通孔に位置決めする動作を繰り返し行うことになる。

【0016】

第1の態様

図4は、加工プログラムより自動結線指令が読み込まれたとき、制御装置10のプロセッサ11が実行する本発明の第1の態様における処理フローチャートである。プロセッサ11は、メモリ12に格納された加工プログラムを読み出し、順次実行するが、図2に示すような加工を図3に示すような加工順で加工するようにプログラムされているときを例にとって説明する。

【0017】

まず、加工形状1を加工すべく、該加工形状の加工開始孔である挿通孔H1の位置（x1, y1）と上、下ワイヤガイドが対向するようにワークWを移動させて位置決めする。続いて加工プログラムから自動結線指令が読みとられるから、プロセッサ11は自動結線装置23に自動結線指令を出力すると共に、初期設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極を供給するようワイヤ電極供給装置24を駆動制御する（ステップ101）。

【0018】

自動結線装置23では、従来同様に自動結線処理を行い、結線が成功したか失敗したかの信号を制御装置10に送信する。プロセッサ11は、自動結線装置23から送られてくる信号に基づいて、結線が成功か失敗かを判断し（ステップ102）、成功の場合には、現在のワイヤ送り速度より所定量だけ速いワイヤ送り速度に更新設定し、次の挿通孔への自動結線時のワイヤ送り速度を設定しておく（ステップ103）。

【0019】

一方、結線が失敗したときには、ワイヤ送り速度を所定量だけ遅いワイヤ送り速度とし（ステップ104）、該ワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動し、自動結線装置23に自動結線指令を出力する（ステップ105）。自動結線装置23では、前回よりも所定量遅いワイヤ送り速度で自動結線を行い、成功か失敗かの信号を制御装置10に送信する。制御装置10のプロセッサ11は、結線の成功、失敗の信号が送られてくると（ステップ106）、ワイヤ送り速度を所定量だけ速くし、該速度を元の速度に戻しておく（ステップ107）。

【0020】

制御装置 10 のプロセッサ 11 は、設定回数の結線指令を自動結線装置 23 に出力し設定回数の結線失敗の信号を受けたときには、この挿通孔 H へのワイヤ結線は不可能として、該形状の加工を行わず、次の加工形状の挿通孔位置にワーク W を位置決めする。

【0021】

なお、図 4 で示す第 1 の態様では、結線に失敗した箇所での失敗原因が、他の挿通孔でのワイヤ結線においては、あてはまるることは少ないと考え、再度の自動結線指令での自動結線の結果が、結線成功でも失敗でも、ワイヤ送り速度を元の速度に戻すようにする。ただし、結線が失敗した箇所での失敗原因が、他の挿通孔でのワイヤ結線においても、あてはまると考えられる場合には、自動結線に成功したときは元のワイヤ送り速度に戻し、失敗したときには元の速度に戻さず、次の自動結線時には 1 段階遅い（所定量遅くした）ワイヤ送り速度で自動結線するようにする。この場合、ステップ 106 では、結線成功か否か判断し、成功ならば、ステップ 107 に移行し、失敗ならば、ステップ 107 の処理を行うことなくこの自動結線処理を終了しメインプログラムにリターンする。

【0022】

このようにして、ワイヤの自動結線が 1 回で成功すれば、次の挿通孔 H に対する自動結線ではワイヤ送り速度が 1 段階（所定量）速くされるので、自動結線時間の短縮が図られるものである。

【0023】

第 2 の態様

図 5 は、第 2 の実施形態のフローチャートであり、この第 2 の実施形態では、前回の結線位置と同じ位置で結線するような場合、すなわち、同一形状を続けて 2 回加工するような場合には、2 回目の加工におけるワイヤ送り速度をさらに速くして結線するようにし、又、過去の結線成功、失敗の状態に応じて、自動結線時のワイヤ送り速度を決定するようにしたものである。

【0024】

加工プログラムより自動結線指令が読みとられるとプロセッサ 11 は、現在位置 (X, Y 軸位置) が記憶されている位置と一致するか判断し (ステップ 201

)、一致しない場合には、この位置記憶をクリアして（ステップ203）、自動結線指令を自動結線装置23に出力し、設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動する（ステップ204）。自動結線装置23から結線成功又は失敗の信号が入力されたか判断し（ステップ205）、成功ならば、成功の連続回数を計数するカウンタC_sを1加算する（ステップ206）。なお、該カウンタC_s及び後述する結線失敗の連続回数を計数するカウンタC_fは電源投入時の初期設定で、「0」に設定されている。

【0025】

次に、結線失敗の連続回数を計数するカウンタC_fが設定値（図5では2と設定している）以上か判断し（ステップ207）、設定値（2）以上でなければ、該カウンタC_fをクリアし（ステップ208）、当該挿通孔の位置（X、Y軸位置）を記憶し（ステップ209）、ワイヤ送り速度の設定を1段階上げる。すなわち所定量だけ速い速度に設定し（ステップ210）、メインプログラムにリターンする。

【0026】

自動結線が成功し、かつ失敗の連続回数C_fが設定値未満の場合には、現在位置が記憶され（ステップ209）、次の自動結線時のワイヤ送り速度が1段階速く設定される（ステップ210）。次の自動結線を実行するため、次の挿通孔位置にワークWが位置決めされ、自動結線指令がプログラムから読みとられると、プロセッサ11は記憶位置と現在位置が一致するか判断する（ステップ201）。同一形状の加工を続けて行う場合には、記憶位置と現在位置が一致するから、ワイヤ送り速度がさらに1段階速く設定される（ステップ202）。この場合は、ステップ210でワイヤ送り速度がすでに1段階速く設定されているので、2段階速く設定されることになる。また、失敗の連続回数C_fが設定値以上の場合や、結線に失敗し、ワイヤ送り速度を1段階遅くした状態で結線が成功した場合には、現在位置を記憶しない（ステップ209が実行されない）ので、同一形状の加工を続けて行う場合でも、ステップ202が実行されないため、ワイヤ送り速度がさらに1段階速く設定されることはない。

【0027】

以下、前述したステップ203, 204, 205の処理がなされるが、結線に失敗したとき、連続結線失敗を記憶するカウンタC_fに「1」加算し（ステップ213）ワイヤ送り速度を1段階遅く（所定量だけ遅く）設定し、該速度ワイヤ電極供給装置24を駆動すると共に自動結線指令を出力し（ステップ215）、自動結線装置23から成功／失敗の信号を待つ（ステップ216）。この信号が入力されると、連続結線成功を計数するカウンタC_sの値が設定値（この図5では2）以上か判断し（ステップ217）、設定値以上であれば、ワイヤ送り速度を1段階速い速度に設定する（ステップ218）、又設定値に達してなければ、ワイヤ送り速度の設定値はステップ214で1段階遅いモードにしたままとする。そして、カウンタC_sをクリアした後（ステップ219）、リターンする。

【0028】

なお、ステップ216で、結線失敗信号を受信したと判断したときには、ステップ219に移行し、結線成功したと判断されたときのみ、ステップ216からステップ217に移行し、カウンタC_sが設定値（2）以上のときには、ステップ218で、1段階ワイヤ送り速度を速くするのではなく、1段階よりも少し速く、例えば1.5段階速くするようにしてもよい。すなわち（所定量×1.5）だけワイヤ送り速度を増加させる。これにより、ステップ214で1段階遅くしていることから、0.5段階速くしたことになる。又、この場合、カウンタC_sが設定値に達してなければ、ステップ214で1段階遅くしたままでもよく、又は1段階速くして元に戻すようにしてもよい。

【0029】

以下、自動結線指令が加工プログラムより読み込まれる毎にステップ201以下の処理を行うが、1回目の結線指令での結線が失敗し、結線失敗を計数するカウンタC_fの値が設定値（2）以上に達している段階で、結線に成功したとき、ステップ207で、該カウンタC_fの値が設定値（2）以上であることが判別するので、ステップ207からステップ211に移行し、該カウンタC_fをクリアすると共に、ワイヤ送り速度を0.5段階だけ速い速度とする。すなわち所定量×0.5の量だけワイヤ送り速度を増大させ速くするように設定する（ステップ212）。

【0030】

なお、この第2の態様においても、結線が成功する毎に次回の自動結線時のワイヤ送り速度を1段階だけ増大（所定量だけ増大）させたが、結線成功が連續して続くような場合、1段階よりも大きく増大させてもよい。例えば、ステップ208の後に、結線成功を計数するカウンタCsの値が設定値（例えば2）以上か判断し、設定値以上のときには、例えば1.5段階速いワイヤ送り速度に設定するようにしてもよい。

【0031】

第3の態様

図6は本発明の第3の態様での自動結線処理のフローチャートである。この第3の形態は、図2、図3の加工例のように、複数の加工形状を順次粗加工して、次に仕上げ加工を行うような場合で、同一の挿通孔Hに再度ワイヤ電極を挿通し結線するような場合、同一挿通孔に対して次に自動結線する際には、前回ワイヤ結線に成功しているときには、前回のワイヤ送り速度よりも速い送り速度でワイヤ電極を送り自動結線するようにしたものである。

【0032】

この場合、図8に示すような、挿通孔位置情報とワイヤ送り速度の段階情報と結線成功／失敗情報を記憶するテーブルT1がメモリ12に設けられる。

ワークWが挿通孔位置に位置決めされ、加工プログラムより自動結線指令が読み込まれると、プロセッサ11は図6の処理を開始し、まず、テーブルT1を読み現在の位置がこのテーブルの挿通孔位置に記憶されているか判断する。記憶されていなければ、この挿通孔に対するワイヤ電極の結線は最初の結線であり、ステップ303に進み、自動結線指令を自動結線装置23に出力すると共に、初期設定されているワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動する。

【0033】

自動結線装置23から結線成功／失敗の信号が送られて来て（ステップ304）、結線成功の場合には、テーブルT1に挿通孔の位置を記憶すると共に、結線時のワイヤ送り速度の段階情報を記憶し、又結線成功／失敗の欄には成功を示す「0」を記憶する。このステップ305では、挿通孔に最初にワイヤ電極を挿通

し結線したときの処理では、現在位置情報と、ワイヤ送り速度が設定値の速度を示す「0」、結線成功を示す「0」の情報が記憶されることになる。

【0034】

又、ステップ304で結線失敗と判断されたときには、ステップ310に移行し、テーブルT1に現在位置情報と、ワイヤ送り速度が設定値の速度を示す「0」、結線失敗を示す「1」の情報が記憶されることになる。そして、ワイヤ送り速度を1段階遅くするためテーブルT1のワイヤ送り速度段階情報は、現在記憶値より-1減じられた値に設定する（ステップ311）。この記憶値に所定量を乗じた値を加算したワイヤ送り速度（このケースでは負の所定量となるから減じられたワイヤ送り速度）となり、このワイヤ送り速度でワイヤ電極供給装置24を駆動すると共に自動結線指令を自動結線装置23に出力する（ステップ312）。そして、自動結線装置23から結線成功／失敗の信号が受信されるまで待ち（ステップ313）、テーブルT1のワイヤ送り速度段階情報に「1」加算し、元の段階に戻して（ステップ314）、リターンする。そして、結線成功であれば、加工形状の加工が行われ、結線失敗であれば、加工形状の加工は行われず、次の挿通孔の位置へ位置決めされる。

【0035】

こうして、挿通孔に最初にワイヤ電極を挿通し結線するときには、ステップ301～304と処理し、結線成功であれば、ステップ305の処理を行い、結線失敗ならば、ステップ310～314の処理を行ってリターンする。そして、全ての挿入孔に対して自動結線処理が1度なされた状態では、テーブルT1に、挿通孔の位置情報に対して、ワイヤ送り速度の段階情報、結線の成功／失敗の情報が記憶されることになる。図8では、図2に示すような挿通孔が4つある場合の例が示されている。

【0036】

こうして、全ての挿通孔に1度結線処理がなされた後、図3に示すように仕上げ加工のため再度挿通孔にワイヤ電極を挿通し結線する場合には、テーブルT1には挿通孔位置が記憶されているから、自動結線指令で図6の処理を開始し、テーブルT1を読み出したとき、現在位置と一致する挿通孔位置情報があるからス

ステップ301, 302から、ステップ306に移行し、当該挿通孔位置に記憶されている前回結線時の成功／失敗の情報を読み出し、前回成功していれば、ワイヤ送り速度段階情報に1加算した値を設定する（ステップ307）。又、前回失敗していれば、ワイヤ送り速度段階情報から1減算した値を設定する（ステップ315）。そして、設定されているワイヤ送り速度に、このテーブルT1に記憶するワイヤ送り速度段階情報の値に所定量乗じた値を加算し、当該自動結線のワイヤ送り速度とし、ワイヤ電極供給装置24を駆動し、自動結線装置23に結線指令を出力する（ステップ308）。その結果、前回の結線が成功していれば、ワイヤ送り速度は1段階（所定量）速くなり、前回結線に失敗していれば、1段階（所定量）遅くなる。

【0037】

そして、自動結線装置23から、結線成功／失敗の信号が送られて来て（ステップ309）、結線成功であればステップ305に移行する。結線失敗であればステップ310に移行する。この場合、すでに挿通孔位置はテーブルT1に記憶され、かつ、ワイヤ送り速度段階情報もステップ307, 315で更新されているから、ステップ305では結線成功の情報のみが上書きされることになる。又、ステップ310では、結線失敗の情報のみが上書きされることになる。そして、結線失敗のときは、前述したステップ311～ステップ314の処理を行いメインプログラム処理にリターンする。

【0038】

以上のように同一挿通孔にワイヤ電極を挿通し結線する場合、前回の結線の成功、失敗に応じて、ワイヤ送り速度を増減して結線処理を行うようにしたから、結線処理動作時間が短くなると共に、結線の成功率を向上させることができる。

【0039】

第4の態様

図7は、本発明の第4の態様における自動結線処理のフローチャートである。この第4の態様は、図6に示す第3の態様と同様で同一挿通孔に対して複数回ワイヤ結線をするような場合、2回目以降に結線する際に、過去数回の結線時における成功／失敗の結果に基づいて、ワイヤ送り速度を決定するようにしたもので

ある。

【0040】

この第4の態様の場合、メモリ12には図9に示すようなテーブルT2が設けられる。このテーブルT2は、第3の態様において用いたテーブルT1と相違する点は、結線成功／失敗の情報欄が過去複数回分設けられている点である。この図9に示す例では、過去3回分の結線成功／失敗情報を記憶できるようにしており、同一挿通孔に対して、さらに多い回数の結線を行う場合には、このテーブルT2における結線成功／失敗の情報欄の情報は、シフトさせて、常に最新過去3回の結線成功／失敗の情報を記憶するようにしている。

【0041】

この第4の態様では、過去3回の結線成功／失敗の情報に基づいて、ワイヤ送り速度を決定するもので、図7に示す処理と図6で示す処理で相違する点は、図6のステップ307, 315が図7ではステップ407, 415となっている点で相違するのみで他の処理は同一である。すなわち、図7におけるステップ401～406の処理は図6のステップ301から306とそれぞれ同一処理であり、図7におけるステップ408～414の処理は図6におけるステップ308～314の処理とそれぞれ同一である。

【0042】

同一挿通孔に対して2回目以降のワイヤ結線を行うとき、前回の結線が成功しているときには、ステップ401, 402, 407と進み、ステップ407では、過去の結線成功／失敗情報に基づいて、ワイヤ送り速度の増加の度合いを変える。結線成功が続いているれば、速度増加量を大きくし、失敗がつづいて、前回成功したものであれば、ワイヤ送り速度増加量は小さいものとする。例えば、過去の結線成功に「0.5」の重みを与え、前回の結線時における成功の情報は利用せず、過去2回目又は3回目に結線におけるの成功数に0.5を掛けた値に「1」を加算した値を当該回の自動結線のワイヤ送り速度段階とする。

【0043】

例えば、遡って過去2回目、3回目に結線成功が2つ記憶されていれば、 $1 + 0.5 \times 2 = 2$ が現在記憶されているワイヤ送り速度段階情報に加算されて設定

される。又、遡って過去2回目、3回目に結線成功が1つ記憶されていれば、 $1 + 0.5 \times 1 = 1.5$ が、又、遡って過去2回目、3回目に1つも結線成功が記憶されなければ $1 + 0.5 \times 0 = 1$ がワイヤ送り速度段階情報に加算されて設定される。

【0044】

又、前回の結線時において結線失敗であれば、ステップ415の処理を行い、遡って過去2回目、3回目の結線成功／失敗の情報に基づいて、ワイヤ送り速度の減少させる量が決定される。この場合も、例えば、過去の結線成功に対して重み0.5を与え、遡って過去2回目、3回目に結線成功数に0.5を掛けた値から1減じた値を現在記憶中のワイヤ送り速度段階情報に加算するようとする。この場合、遡って過去2回目、3回目に結線成功が1回も記憶されてなければ、「-1」が加算され、1回記憶されていれば、 $0.5 \times 1 - 1 = -0.5$ が加算され、結線成功が2回記憶されていれば $0.5 \times 2 - 1 = 0$ となり、ワイヤ送り速度段階情報を変更しない。

【0045】

こうしてステップ407又は415で、ワイヤ送り速度段階情報が更新された後、このワイヤ送り速度段階情報に所定量が掛けられて得られた値を初期設定のワイヤ送り速度に加算して当該自動結線時のワイヤ送り速度としてワイヤ電極供給装置24を駆動すると共に自動結線指令を自動結線装置23に出力し自動結線動作を実行させる（ステップ408）。

以下、図6のステップ309～314と同一の処理であるステップ409～414までの処理を実行してメイン処理にリターンする。

【0046】

【発明の効果】

本発明は、過去における自動結線の成功／失敗の情報に基づいて、自動結線時のワイヤ送り速度を調整するようにしたから、ワイヤ結線時間を短縮することができると共に結線成功率をも向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態のワイヤ放電加工機の要部ブロック図である。

【図 2】

ワイヤ放電加工の例の説明図である。

【図 3】

同ワイヤ放電加工の例の加工順序、結線順序を示す説明図である。

【図 4】

本発明の第 1 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 5】

本発明の第 2 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 6】

本発明の第 3 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 7】

本発明の第 4 の態様における自動結線処理のフローチャートである。

【図 8】

第 3 の態様で用いるテーブルの説明図である。

【図 9】

第 4 の態様で用いるテーブルの説明図である。

【符号の説明】

10 ワイヤ放電加工機の制御装置

W ワーク

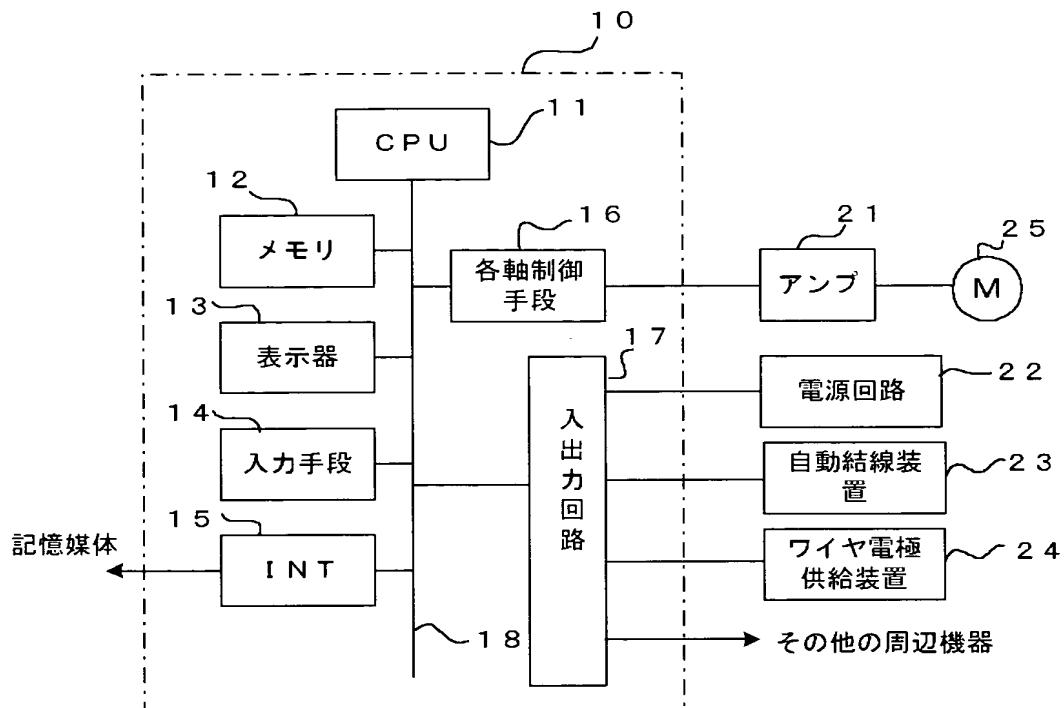
T1, T2 テーブル

H1, H2, H3, H4 ワイヤ挿通孔

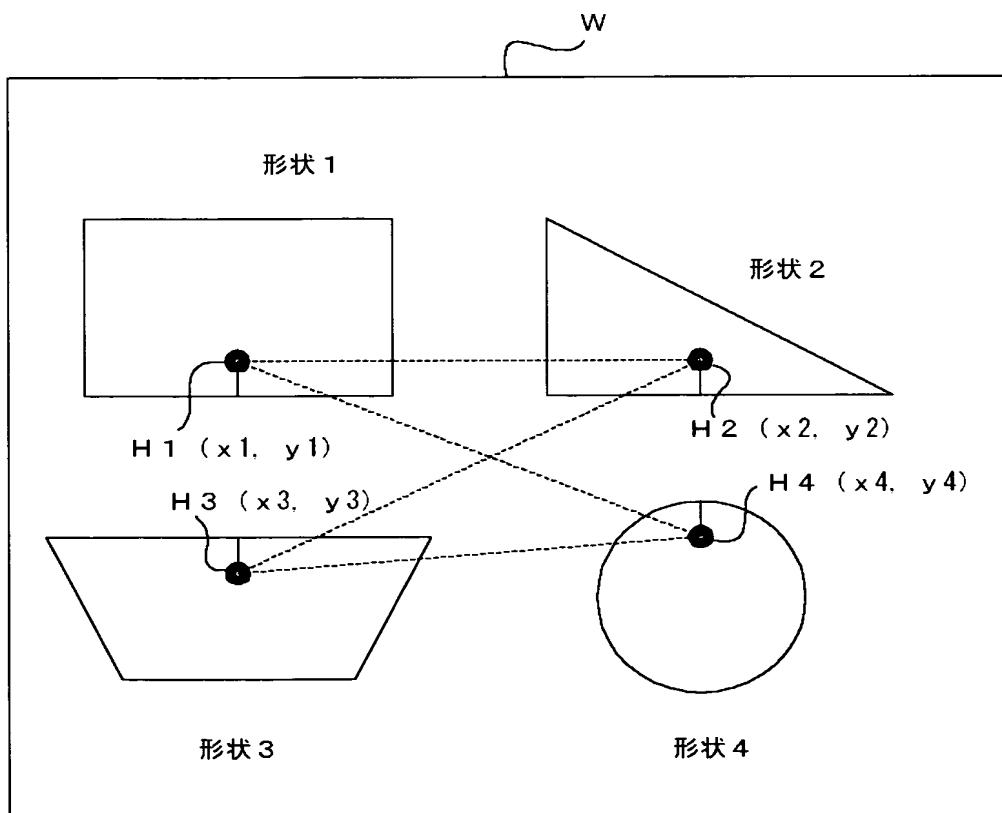
【書類名】

図面

【図 1】



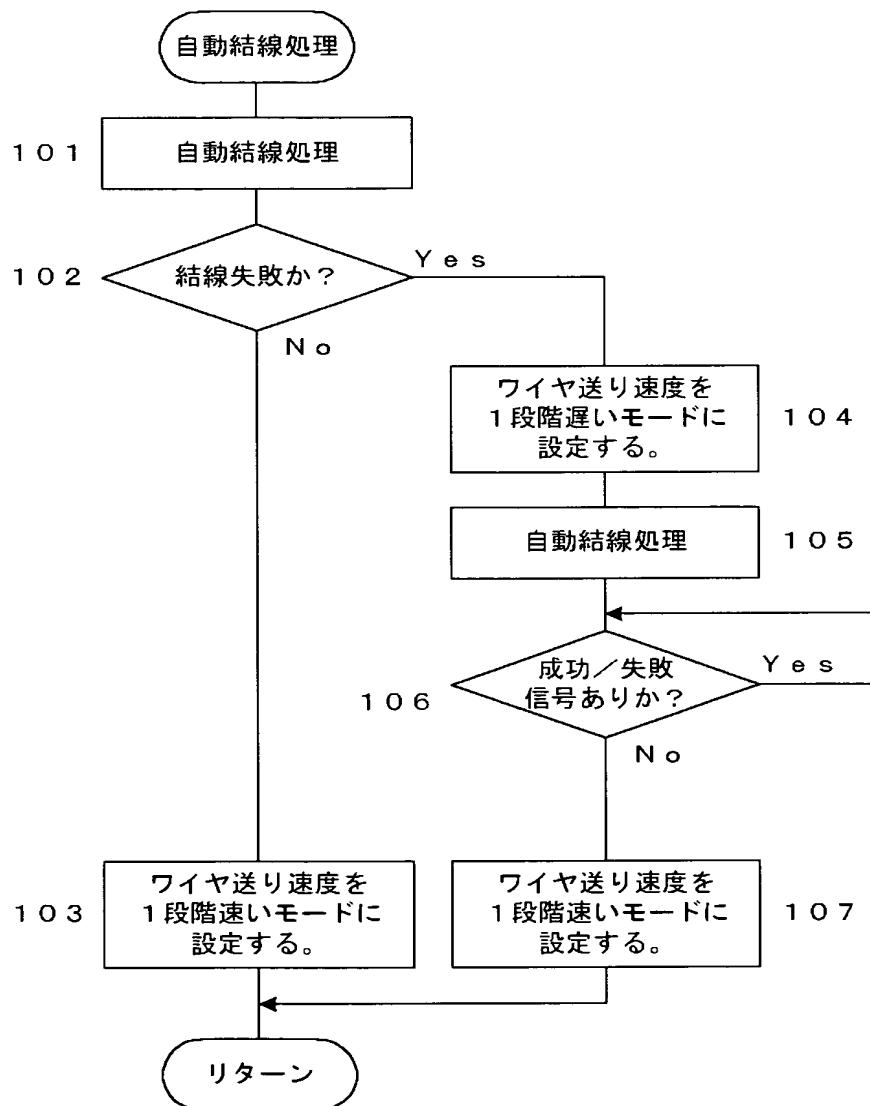
【図 2】



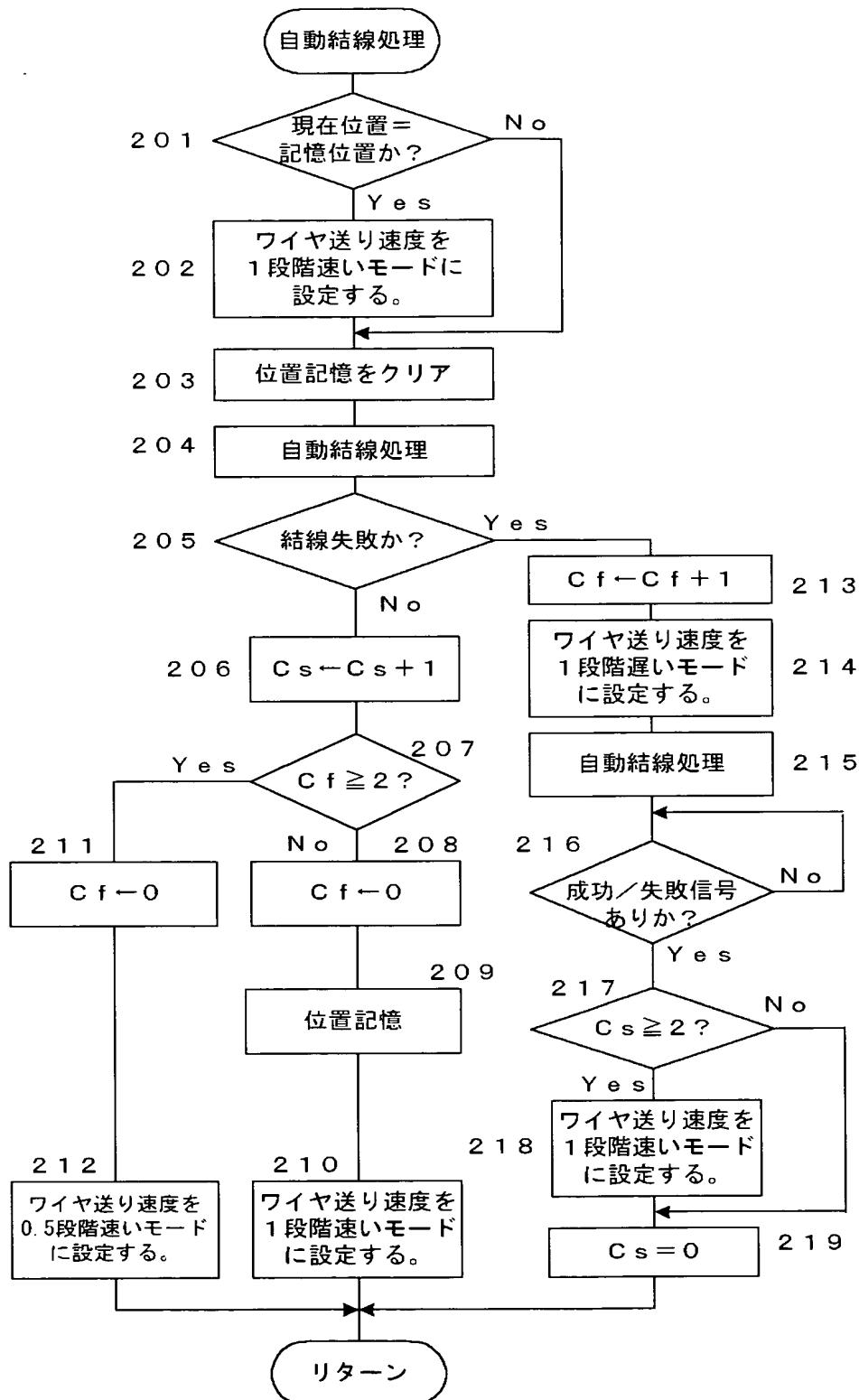
【図 3】

	粗加工	仕上げ加工
形状 1	結線 1	結線 5
形状 2	結線 2	結線 6
形状 3	結線 3	結線 7
形状 4	結線 4	結線 8

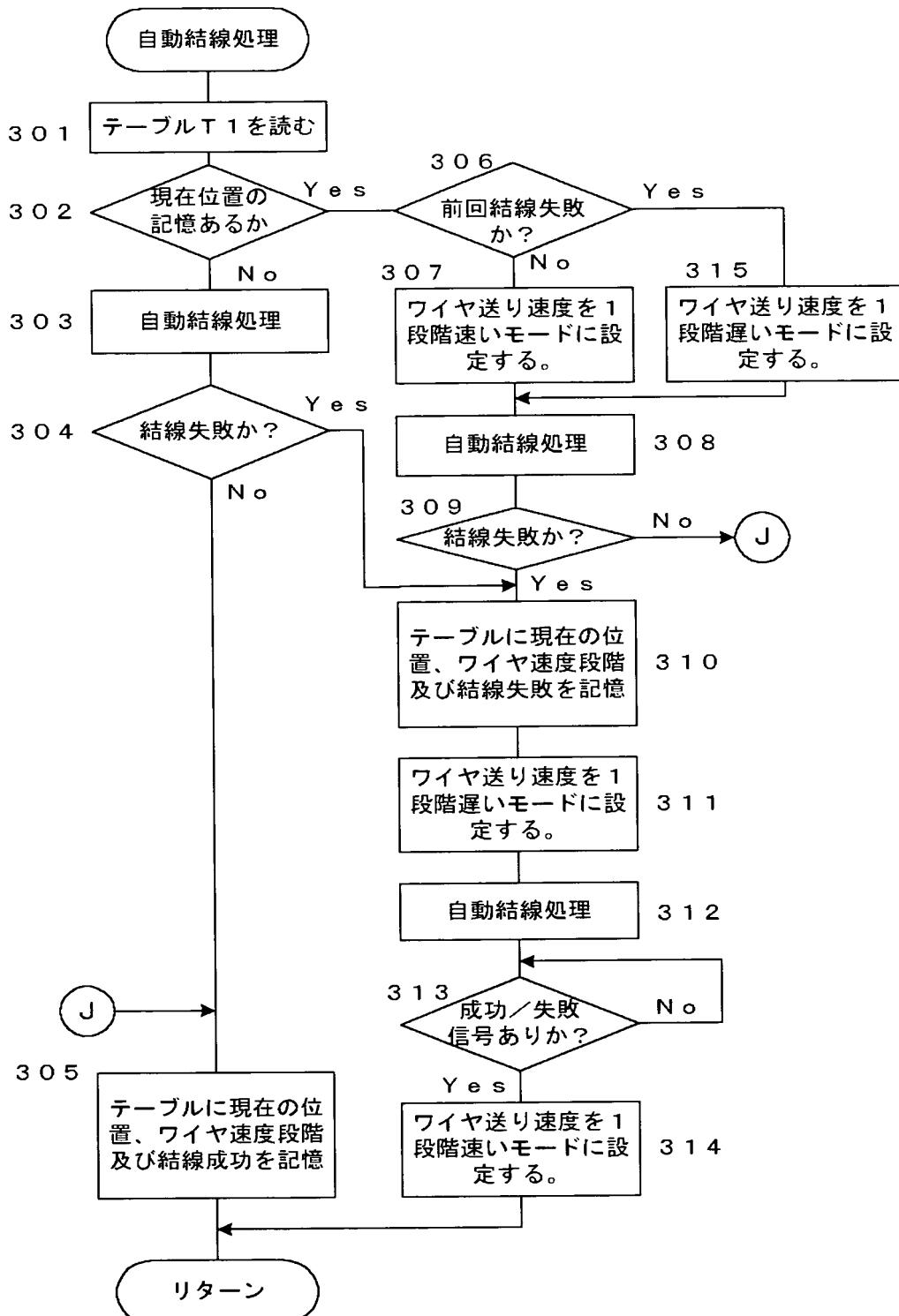
【図 4】



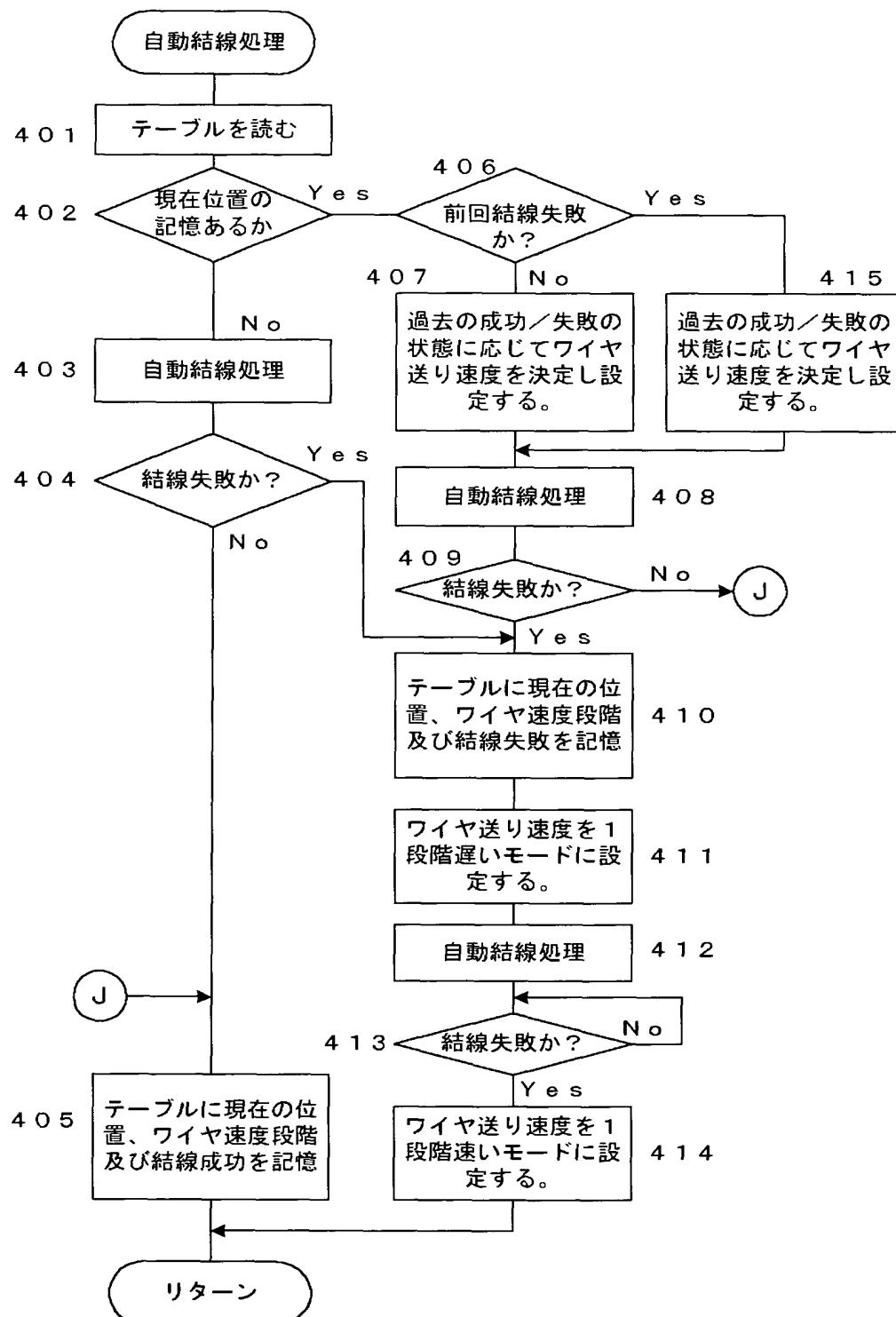
【図5】



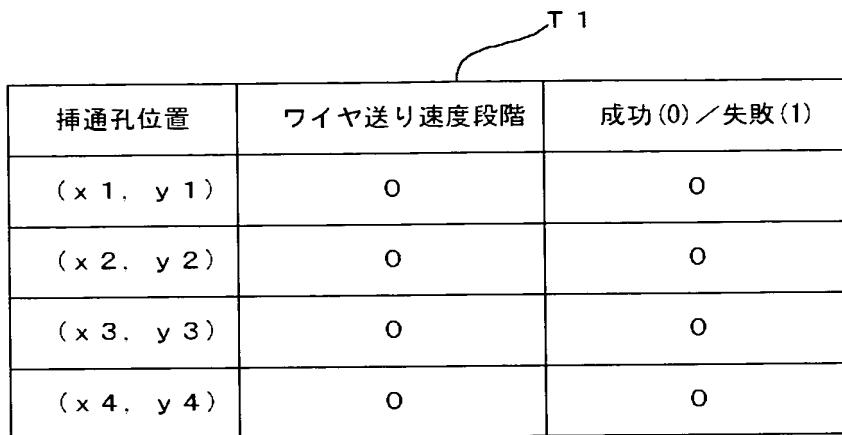
【図 6】



【図7】

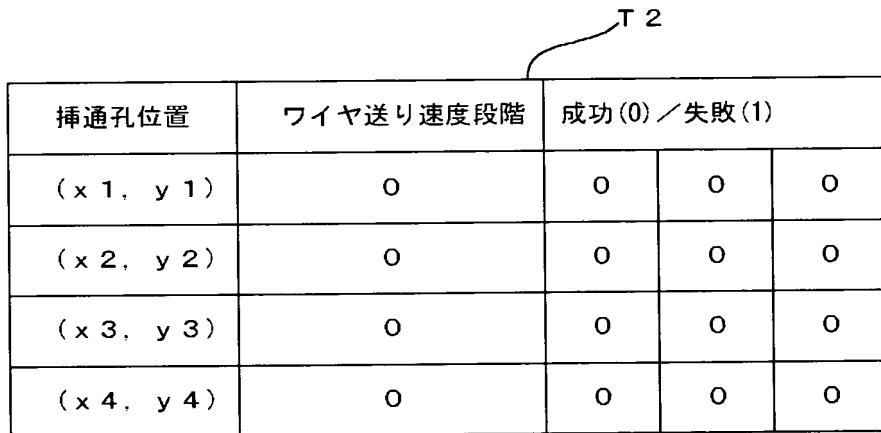


【図8】



挿通孔位置	ワイヤ送り速度段階	成功(0)／失敗(1)
(x 1, y 1)	0	0
(x 2, y 2)	0	0
(x 3, y 3)	0	0
(x 4, y 4)	0	0

【図9】



挿通孔位置	ワイヤ送り速度段階	成功(0)／失敗(1)		
(x 1, y 1)	0	0	0	0
(x 2, y 2)	0	0	0	0
(x 3, y 3)	0	0	0	0
(x 4, y 4)	0	0	0	0

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ワイヤ結線時間を短縮し、結線成功率を向上させる。

【解決手段】 ワイヤの自動結線を行う（101）。ワイヤ結線が成功したときには次の結線でのワイヤ送り速度を所定量だけ増加させる1段階速いモードを設定する（103）。結線を失敗したときには、1段階遅いモードとし（104）、ワイヤ送り速度を所定量遅くして自動結線させる（105）。そして、1段階速いモードに設定しワイヤ送り速度を元に戻す（107）。自動結線が成功する毎にワイヤ送り速度は1段階（所定量）速くなり、結線処理時間が短くなる。又、結線に失敗すればワイヤ送り速度を遅くし自動結線させることにより結線の成功率を向上させる。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-287096
受付番号	50201470379
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成14年10月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月30日
-------	-------------

次頁無

出証特 2003-3063529

特願2002-287096

出願人履歴情報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日
[変更理由] 新規登録
住 所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
氏 名 ファナック株式会社